

EFFECTO DE *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* Y LA INYECCIÓN DE NEMATICIDA EN EL PSEUDOTALLO EN EL COMBATE DE *Radopholus similis* Y LA PRODUCCIÓN DE BANANO

Randall Vargas¹*, Amy Wang^{**}, Miguel Obregón^{***}, Mario Araya^{****}

Palabras clave: Combate biológico; *Musa* AAA; nematicida químico; nematodo barrenador; oxamil inyectado.
Keywords: Biological control; burrowing nematode; chemical nematicide; injecting oxamyl; *Musa* AAA.

Recibido: 08/12/14

Aceptado: 30/04/15

RESUMEN

Se evaluó el efecto de las cepas PB17 y B23 de *Trichoderma* spp., de la cepa UNA de *Paecilomyces lilacinus* y de la inyección de oxamil 24 SL en el pseudotallo, sobre el combate de nematodos y la producción de banano (*Musa* AAA). Se seleccionó una plantación comercial infestada con nematodos y sembrada con el cultivar Grande Naine. Se usó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones. De cada cepa se realizaron aplicaciones mensuales a 1×10^9 ufc.ml⁻¹ durante 20 meses. El nematicida químico se aplicó sobre la superficie del suelo cada 4 meses y la inyección de oxamil 24SL en el pseudotallo se realizó cada 3 meses. Muestras de raíces se tomaron cada mes en cada repetición para análisis de nematodos. No se redujeron las poblaciones de nematodos en las plantas tratadas con la cepa UNA de *P. lilacinus* ni con las cepas PB17 y B23 de *Trichoderma* spp. Sin embargo, las plantas tratadas con estas cepas mostraron mayor peso del racimo ($p=0,0375$) y circunferencia ($p=0,0402$) de la planta madre, respecto a las plantas sin esa aplicación. Las plantas inyectadas con oxamil y las tratadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo mostraron un mayor porcentaje de raíz funcional ($p \leq 0,0241$) y redujeron ($p \leq 0,0001$) el número de

ABSTRACT

Effect of *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* and nematicide injection into the pseudostem, on *Radopholus similis* control and banana production. The effect of *Trichoderma* spp., strains PB17 and B23, *Paecilomyces lilacinus* UNA strain, and nematicide injecting into the pseudostem, on nematode control and banana (*Musa* AAA) production was evaluated. A commercial banana farm infested with nematodes and planted with the cultivar Grande Naine was selected. A randomized complete block design with 6 replications was used. Monthly applications at 1×10^9 cfu.ml⁻¹ of each strain were made during 20 months. Chemical nematicide application on the soil surface was made every 4 months and injection of oxamyl into the pseudostem was performed every 3 months. Root samples were taken every month in each replicate, for nematode analysis. It was not possible to reduce nematode populations on plants treated with *P. lilacinus* UNA strain nor with *Trichoderma* spp. PB17 and B23 strains. However, plants treated with these strains showed higher bunch weight ($p=0.0375$) and girth ($p=0.0402$) of the mother plant, when compared with plants without such application. The plants injected with oxamyl and those treated with the rotation of nematicides

1 Autor para correspondencia. Correo electrónico: rvargas@corbana.co.cr

* Dirección de Investigaciones, CORBANA, Guápiles, Costa Rica.

** Centro de Investigación en Protección de Cultivos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

*** Asesor en control biológico, Heredia, Costa Rica.

**** Gerente Investigación AMVAC, Grecia, Costa Rica.

nematodos totales en 43 y 41% respectivamente, respecto al testigo. Las plantas inyectadas con oxamil aumentaron en 3,2 kg el peso del racimo ($p=0,0006$), mostraron mayor ($p\leq 0,0478$) número de manos, calibración, longitud del fruto y circunferencia de la madre respecto a las plantas sin aplicación. No se encontraron diferencias en las variables de producción evaluadas al comparar la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo con la inyección de oxamil en el pseudotallo.

on the soil surface showed a higher percentage of functional roots ($p<0.0241$) and reduced ($p<0.0001$) the total number of nematodes in 43 and 41% respectively, when compared with the untreated control. The plants injected with oxamyl increased bunch weight by 3.2 kg ($p=0.0006$) and showed greater ($p<0.0478$) number of hands, calibration, length of the fruit and stem circumference, as compared to plants without application. There were no differences in production variables evaluated when comparing the rotation of nematicides on the soil surface with injecting oxamyl on the pseudostem.

INTRODUCCIÓN

La producción de banano del subgrupo Cavendish es afectada severamente por varias especies de nematodos que parasitan sus raíces. El nematodo barrenador *Radopholus similis* es el que provoca el mayor daño en producción (Román 1978, Marín et ál. 1998a, Araya y De Waele 2004, Gowen et ál. 2005, Quénéhervé 2009). Las pérdidas económicas provocadas por este nematodo a nivel mundial se estiman en 20% (Marín et ál. 1998b, Sarah 2000), pero en condiciones locales se han detectado pérdidas de 40 a 50% (Murray 1980, Araya 1995).

Actualmente, la única alternativa rentable es la aplicación de nematicidas no fumigantes sobre la superficie del suelo (Araya 2004b), sin embargo, se conoce sus efectos adversos sobre el ambiente y los trabajadores si se utilizan inadecuadamente. Por lo anterior, es necesaria la búsqueda de opciones más amigables con el ambiente que combatan los nematodos y mantengan la productividad de las fincas.

Dentro de las alternativas biológicas para el combate de nematodos, destacan los hongos *Trichoderma* spp., y *Paecilomyces lilacinus*. Los hongos del género *Trichoderma* spp., se han utilizado como biocontroladores de patógenos

de plantas. Spiegel y Chet (1998), Sharon et ál. (2001), Siddiqui y Shaukat (2004), Suarez et ál. (2004), Eapen et ál. (2005), Pérez et ál. (2006) y Affokpon et ál. 2011 indican que este hongo tiene propiedades nematicidas.

Sikora y Pocasangre (2004) aislaron cepas de *Trichoderma* de raíces de banano y mediante evaluaciones en vivero (Pocasangre et ál. 2006) y en condiciones de campo (Menjivar 2005), determinaron que tiene potencial para el combate de *R. similis*. Este hongo combate nematodos por medio de parasitismo de huevos y larvas al aumentar la actividad de la quitinasa y proteasa (Sharon et ál. 2001, Suárez et ál. 2004, Sahebani y Hadavi 2008) y por la inducción de mecanismos de defensa de la planta que conducen a la resistencia sistémica adquirida (Sahebani y Hadavi 2008).

Paecilomyces lilacinus parasita huevos, juveniles y hembras de nematodos (Kunert et ál. 1987, Dackman et ál. 1989, Park et ál. 2004, Schenck 2004). Desde los estudios de Jatala et ál. (1979) a la fecha (Kiewnick et ál. 2011, Kiewnick y Sikora 2006a y b; Schenck 2004, Romero y Trabanino 2006, Mendoza y Sikora 2009) se ha demostrado el potencial de *P. lilacinus* para combatir varias especies de nematodos en varios cultivos alrededor del mundo.

En experimentos realizados en Filipinas con nematicida biológico a base del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 se redujeron las poblaciones de *R. similis* en áreas de renovación sembradas con plantas in vitro (Philip 2005) y en plantaciones comerciales de banano con varios años de establecidas (Luth et ál. 2006, Philip 2007a y b).

Otra opción más amigable con el ambiente que la aplicación de nematicidas sobre la superficie del suelo, es la inyección del nematicida en el pseudotallo. En cítricos y uvas la inyección de oxamil y fenamiphos en el tallo redujeron las poblaciones de *Pratylenchus vulnus* y *P. penetrans* (Viglierchio et ál. 1977). Experimentos realizados en plantaciones de banano en Australia (Pattison et ál. 2001, Pattison y Cobon 2003) y en Costa Rica (Araya 1999, Araya 2004a), indican que la inyección de oxamil tiene potencial para el combate de nematodos.

De los nematicidas aprobados para uso en banano en nuestro país, sólo el oxamil (Tyree et ál. 1979, Figueroa y Shillingford 1984, Mugnier 1988) y fenamiphos (Van Gundy y McKenry 1977, McKenry 1981, McKenry 1994) tienen movimiento apoplástico y simplástico, por lo tanto, se podrían inyectar o depositar en el pseudotallo de plantas de banano. No obstante, por el momento en Costa Rica el oxamil es el único autorizado para aplicarse de esta forma. Además, como su formulación es líquida se facilita realizar la labor.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* y la inyección de oxamil en el pseudotallo en el combate de nematodos y la producción de banano (*Musa* AAA).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento y periodo experimental. El experimento se realizó en una plantación comercial de banano localizada en la Costa Caribe de Costa Rica a 20 msnm.

La plantación se ubica en el cantón de Matina a una latitud norte de 10°11'97" y una

longitud oeste de 83°34'50" y tenía más de 10 años de sembrada con el cultivar Grande Naine. El periodo experimental fue de febrero del 2009 a octubre del 2010. Durante este periodo se registró en la estación meteorológica del mismo cantón una precipitación total de 5925 mm, con una media mensual de 282,1 mm, con mínimas y máximas de 39,4 y 652,2 mm por mes, respectivamente. La temperatura ambiental media fue de 25,25°C, con una temperatura mínima promedio de 22,35°C y máxima promedio de 29,54°C. La humedad relativa promedio fue de 92,3%. La temperatura del suelo a 15 cm de profundidad fluctuó de 24 a 28°C durante el periodo de evaluación.

Tipo de suelo. Antes de establecer el experimento se realizó un muestreo de suelos en las diferentes secciones del cable (denominadas boquetes), las cuales se seleccionaron por su aptitud para el cultivo del banano de acuerdo con lo indicado por Jaramillo y Vásquez (1990). El experimento se estableció en un suelo franco arcillo limoso, clasificado como de clase II para el cultivo del banano. Este suelo tenía un pH de 5,69, un contenido de Ca, Mg y K de 24,3; 7,2 y 0,91 cmol(+).l⁻¹, respectivamente, y una acidez extractable de 0,73 cmol(+).l⁻¹.

Tratamientos. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) Testigo sin aplicación, 2) *Paecilomyces lilacinus* cepa UNA, 3) *Trichoderma asperellum* cepa PB17, 4) *Trichoderma* spp., endófito B23, 5) Inyección de oxamil en el pseudotallo y 6) Rotación de nematicidas químicos. Las cepas o aislamientos de hongos utilizados se seleccionaron en un experimento de vivero (Vargas et ál. 2010).

Procedencia de los hongos. La cepa PB17 de *Trichoderma asperellum* la suministró el Laboratorio Plantisana Vegetal a través del Dr. Miguel Obregón. Esta cepa se aisló de muestras de suelo. El aislamiento B23 de *Trichoderma* sp., lo facilitó el Laboratorio de Fitopatología de CORBANA y se aisló de raíces de banano

(Aguilar 2002), por lo que es endofítico. La cepa UNA de *P. lilacinus* la facilitó la sección de Nematología de CORBANA y se aisló de una muestra de suelo. Los hongos se reprodujeron en arroz y se usó la metodología descrita por Salas et ál. (2008).

Aplicación de los tratamientos. En febrero del 2009 se realizó una aplicación generalizada de 3 g i.a. de Furadan 10G (carbofuran, FMC Corporation) por unidad de producción en toda el área experimental. Lo anterior con la finalidad de disminuir el inóculo de nematodos en las raíces. La aplicación de los tratamientos inició en marzo del 2009.

Los tratamientos 2, 3 y 4 se aplicaron disueltos en agua, sobre la superficie del suelo. Dicha aplicación se realizó en un semicírculo de 0-30 cm al frente del hijo de sucesión. La aplicación se realizó cada mes (Cuadro 1) y se hizo con una bomba dosificadora de espalda Carpi de 16L. Se usó una solución de 100 ml, compuesta por la cepa del hongo, 0,5 ml.l⁻¹ de Tween[®] 20 al 0,05% y agua. El inóculo de los hongos se uniformizó para utilizar en cada aplicación $1 * 10^9$ ufc.ml⁻¹ de cada cepa.

El tratamiento 5 se inyectó en el pseudotallo cada 3 meses (Cuadro 1). Se inyectó 1,2 g de oxamil, DuPont sin diluir, que equivale a 5 ml de producto comercial, en las plantas que conformaban la unidad de producción y tenían más

de 120 cm de altura, con excepción de aquellas que presentaban inflorescencia o se encontraban cosechadas. La inyección se hizo a 30 cm de la superficie del suelo, con una pistola dosificadora manual “Spot-Gun” con varilla inyectable. En los hijos con una altura entre 60 y 119 cm, con el mismo equipo, se depositó 0,6 g i.a. de oxamil sin diluir, que equivale a 2,5 ml de producto comercial, en la vaina foliar de la cuarta hoja (contadas de arriba hacia abajo).

El tratamiento 6 (rotación nematicidas químicos) consistió en alternar las moléculas nematicidas aplicadas sobre la superficie del suelo para prevenir su biodegradación (Moens et ál. 2004). Las moléculas aprobadas para uso en banano se aplicaron cada 4 meses (Cuadro 1), el orden de aplicación y la dosis usada de cada producto fue la siguiente: a) 3 g i.a. Counter[®] 15 GR (terbufos, AMVAC), b) 3 g i.a. Mocap[®] 15 GR (ethoprop, AMVAC), c) 2,4 g i.a. oxamil, DuPont, d) 3 g i.a. Nemacur[®] 15 GR (fenamiphos, AMVAC) y e) 2 g i.a. Rugby[®] 10 GR (cadusafos, FMC Corporation). La dosis de estos productos se distribuyó en un semicírculo de 0-30 cm al frente del hijo de sucesión. Los nematicidas granulados se aplicaron con una bomba dosificadora de espalda de tracción manual (Swissmex[®]). La aplicación de oxamil sobre la superficie del suelo se realizó con una pistola dosificadora manual “Spot-Gun”, la cual tenía una boquilla de cono sólido.

Cuadro 1. Frecuencia de aplicación de los tratamientos evaluados para el combate de *Radopholus similis* en una plantación comercial de banano (*Musa* AAA) cv. Grande Naine.

Tratam.	Periodo de evaluación (meses)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Testigo																				
<i>P. lilacinus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trich. PB17	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Trich. B23	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vyd. iny.	x			x			x			x			x			x			x	
Rotac. nemat.	x				x				x				x				x			

Nota: Mes 1 corresponde a marzo del 2009. Mes 20 corresponde a octubre del 2010. X= mes en que se aplicó cada tratamiento.

Vyd. iny.= Inyección de oxamil en el pseudotallo.

Rotac. nemat.=rotación de nematicidas químicos aplicados sobre la superficie del suelo al frente del hijo de sucesión.

Diseño experimental. El diseño experimental fue Bloques Completos al azar con 6 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió de una parcela con 75 a 85 unidades productivas de banano (*Musa* AAA) del cultivar Grande Naine.

Manejo agronómico de la plantación. La plantación tiene un sistema de siembra en tresbolillo, con una densidad promedio de 1700 plantas.ha⁻¹. Además, cuenta con una red de drenajes primarios, secundarios y terciarios para evacuar los excesos de agua cuando se presentan altas precipitaciones. También existen drenajes denominados gavetas dentro de cada boquete. La deshija se realizó cada 8 semanas y se conformó la unidad de producción a madre, hijo y nieto. La apuntala se realizó en plantas de 1-8 días de florecidas y consistió en sujetar con doble cuerda de polipropileno la planta recién florecida a 2 plantas cercanas. El embolsado se hizo a los 8 días de emergida la inflorescencia con fundas plásticas impregnadas con clorpirifos (Dursban®) o bifentrina (Biflex®). El desmane consistió en eliminar la primera mano donde se presentaron juntas las flores masculinas y femeninas (mano falsa), luego sobre ésta mano se eliminaron de 2 a 3 manos por racimo que depende del tamaño del mismo.

El combate de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) se realizó por medio de deshoja, despunte, deslaminado y mediante aspersiones foliares que se alternaron con fungicidas sistémicos y protectores en mezcla con agua y aceite agrícola. El combate de arvenses se realizó en forma manual por medio de chapia y se alternó cada 6 a 8 semanas con aplicaciones de glifosato. La fertilización se realizó cada 15-22 días, con aportes aproximados por año de 300-360 kg N, 50-90 P₂O₅, 400-500 kg K₂O, 80-110 kg CaO, 70-100 kg MgO, 20-40 kg S, 5-10 kg Zn y de 1-4 kg B. Durante el periodo experimental se realizaron 2 aplicaciones por año de 500 g carbonato de calcio (CaCO₃) por unidad de producción dirigido al frente del hijo de sucesión.

Muestreo de raíces, extracción y estimación del número de nematodos. Para evaluar

el peso de raíces por planta y estimar las poblaciones de nematodos se realizaron muestreos de raíces. Se usó la metodología sugerida por la sección de Nematología de CORBANA, la cual se describe a continuación. Mensualmente se colectó una muestra compuesta por las raíces de 4 plantas en cada repetición (parcela). El muestreo se realizó con un palín, con el cual se excavó un hoyo de 15 cm de largo, 15 cm de ancho y 30 cm de profundidad (6.750 cm³ de suelo) al frente del hijo de sucesión con una altura entre 1,2 a 2,0 m. Cada hijo de sucesión se muestreó sólo una vez.

Manualmente se colectaron las raíces y se colocaron en bolsas plásticas debidamente identificadas; luego se trasladaron al Laboratorio de Nematología de CORBANA para los análisis respectivos. Se cuantificó el peso fresco (g) de raíz total, raíz funcional y raíz no funcional. Luego se calculó el porcentaje de raíz funcional.

Posteriormente, se realizó la extracción de nematodos por el método de Taylor y Loegering (1953) a partir de 25 g de raíces funcionales. La suspensión de nematodos se pasó por una serie de tamices de 0,25/0,106/0,025 mm (Nº. 60/140/500) sobrepuestos de arriba hacia abajo, como se describe en Araya (2002). Se contó el número de *Radopholus similis*, *Helicotylenchus* spp. *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp., y se expresó en nematodos por 100 g de raíces. Además, se consideró como nematodos totales a la suma de estos 4 géneros.

Evaluación de datos de producción. Las variables de producción se evaluaron en el campo cuando personal de la finca realizó la cosecha del área donde se ubicó el experimento. Estos datos se colectaron entre los 15 y 20 meses después de la primera aplicación de los tratamientos y se evaluaron 150 racimos por tratamiento.

La cosecha se realizó aproximadamente 90 días después de embolsados los racimos y se evaluó el peso del racimo con una romana electrónica Crane Scale de 100,0±0,1 kg. Además, se contó el número de manos por racimo y el número de frutos de la segunda mano basal de cada

racimo. En el fruto central externo de la segunda mano se midió, con una cinta métrica plástica, la longitud externa (cm) que comprende desde de la unión del pedúnculo con el fruto hasta la prolongación de la pulpa, sin considerar el remanente floral. También en éste fruto se evaluó el diámetro (mm) con un calibrador Best Value® 150 mm, modelo H420225. Además, con una cinta métrica se evaluó la circunferencia (cm) de la planta madre a 1,0 m de altura y la altura del hijo (cm) al momento de la cosecha de la planta madre.

Análisis estadístico. El peso de raíces y número de nematodos se sometió a un análisis de varianza, con modelo de diseño de parcela dividida, para lo cual se consideraron los tratamientos como el factor A y las fechas de los muestreos como factor B. Además, se realizaron contrastes entre tratamientos y grupos de tratamientos. Previo al análisis, los datos de *R. similis* y nematodos totales se transformaron a $\text{Log}_{10}(x+1)$. Los datos de producción se sometieron a análisis de

varianza y los tratamientos se compararon por contrastes. El análisis estadístico se realizó en el programa SAS, versión 9,1.

RESULTADOS

En el primer muestreo de raíces realizado previo al inicio del experimento se detectaron en promedio 18 644 *R. similis* y 21 606 nematodos totales por 100 g de raíces. Por lo tanto, se realizó una aplicación generalizada de 30 g de Furadan 10GR en toda el área experimental para disminuir el inóculo de nematodos y favorecer el combate con los hongos aplicados.

No se detectaron diferencias en el peso de raíz total ($p=0,0506$) ni funcional ($p=0,1237$) entre las plantas aplicadas con los tratamientos evaluados (Cuadro 2). Las plantas inyectadas con oxamil y las aplicadas con nematicida sobre la superficie del suelo mostraron el mayor porcentaje de raíz funcional ($p=0,0058$) y el menor número de *R. similis* ($p\leq 0,0001$) y nematodos totales ($p\leq 0,0001$).

Cuadro 2. Peso fresco (g) por planta de raíz total, funcional y número de *Radopholus similis* y nematodos totales por 100 g de raíces funcionales en plantas de banano (*Musa* AAA) cv. Grande Naine infectadas con nematodos en una plantación comercial, según el tratamiento aplicado.

Tratamiento	Raíz total (g)	Raíz funcional (g)	Raíz funcional (%)	<i>Radopholus similis</i>	Nematodos totales
Testigo sin aplicación	37,40	30,24	80,44 b	20,420 a	27,346 a
<i>P. lilacinus</i> cepa UNA	34,89	27,80	79,67 b	22,272 a	27,494 a
<i>Trichoderma</i> cepa PB17	34,97	27,95	79,46 b	20,080 a	25,494 a
<i>Trichoderma</i> B23 endof.	36,58	29,58	79,86 b	21,711 a	26,341 a
Vydate inyectado ¹	30,47	25,72	84,08 a	13,188 b	15,656 b
Nematicida al suelo ²	35,87	30,03	84,15 a	12,969 b	16,129 b
Error estándar	1,53	1,25	1,07	1,040	1,154
Probabilidad	0,0506	0,1237	0,0058	<0,0001	<0,0001
Contrastes	p>F				
Testigo - biológicos	0,2885	0,2224	0,5335	0,8910	0,4697
Entre biológicos	0,6820	0,5438	0,9654	0,9328	0,9860
Testigo - Vydate iny.	0,0038	0,0166	0,0241	<0,0001	<0,0001
Testigo - Nemat. suelo	0,4872	0,9052	0,0216	<0,0001	<0,0001
Nemat. suelo - Biológicos	0,8270	0,2801	0,0013	<0,0001	<0,0001
Vydate iny. - Biológicos	0,0091	0,0701	0,0015	<0,0001	<0,0001
Nemat. suelo - Vydate iny.	0,0198	0,0218	0,9608	0,2275	0,3674

1/ Oxamil inyectado: se inyectó 5,0 ml de oxamil en el pseudotallo de plantas sin florecer cada 90 días. 2/ Nematicida al suelo: se alternó la aplicación de moléculas nematicidas sobre la superficie del suelo cada 120 días. Cada valor es la media \pm error estándar de 126 observaciones. Cada mes en cada repetición se colectó una muestra compuesta por las raíces de 4 plantas, luego se realizó la extracción y conteo de nematodos. Nematodos totales: suma de *R. similis*, *Helicotylenchus* spp., *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp. *Trichoderma* B23 endof: aislamiento endófito. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas según prueba de T ($p<0,05$).

No se encontraron diferencias ($p \geq 0,2224$) en el peso de raíces ni en el número de nematodos entre las plantas aplicadas con los productos biológicos y el testigo sin aplicación (Cuadro 2). Las cepas PB17 y B23 de *Trichoderma* redujeron solamente en 4 y 8%, respectivamente, el número de nematodos totales respecto al testigo, mientras que la cepa UNA de *P. lilacinus* presentó mayor número de nematodos totales que el testigo, pero sin diferir estadísticamente. Al comparar entre sí las cepas de hongos evaluadas, no se encontraron diferencias ($p \geq 0,6820$) en ninguna de las variables.

Se encontró mayor ($p = 0,0241$) porcentaje de raíz funcional y se disminuyó ($p \leq 0,0001$) en 35% el número de *R. similis* y en 43% el de nematodos totales en las plantas inyectadas con oxamil respecto al testigo. Sin embargo, las plantas inyectadas con oxamil presentaron menor peso de raíz total ($p = 0,0038$) y funcional ($p = 0,0166$) respecto al testigo sin aplicación.

Las plantas aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo mostraron mayor ($p = 0,0216$) porcentaje de raíz funcional y

redujeron ($p \leq 0,0001$) el número de *R. similis* en 36% y el de nematodos totales en 41% respecto al testigo. Sin embargo, el peso de raíz total y funcional entre estos tratamientos fue similar ($p \geq 0,4872$).

Se detectó un porcentaje de raíz funcional ($p = 0,9608$), número de *R. similis* ($p = 0,2275$) y nematodos totales ($p = 0,3674$) similar entre las plantas inyectadas con oxamil y las aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo. No obstante, las plantas aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo mostraron mayor peso de raíz total ($p = 0,0198$) y funcional ($p = 0,0218$).

Las plantas inyectadas con oxamil y las aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo mostraron mayor ($p \leq 0,0015$) porcentaje de raíz funcional y menor ($p \leq 0,0001$) número de *R. similis* y nematodos totales que las plantas aplicadas con las cepas de hongos evaluadas.

Al analizar los datos de producción (Cuadro 3), las plantas aplicadas con los productos biológicos mostraron mayor peso del

Cuadro 3. Variables de producción de plantas de banano (*Musa* AAA) cv. Grande Naine ubicadas en una plantación comercial, las cuales se aplicaron con productos biológicos y químicos para el combate de nematodos.

Tratamiento	Peso racimo (kg)	Manos	Calibración (mm)*	Longitud (cm)*	Circunf. Madre	Altura hijo (cm)
Testigo sin aplicación	20,88 c	5,83	34,73	23,30 c	56,68 c	201,66
<i>P. lilacinus</i> cepa UNA	22,37 bc	6,07	34,83	23,41 bc	58,96 ab	206,45
<i>Trichoderma</i> cepa PB17	22,24 bc	6,00	34,68	23,42 bc	58,66 abc	203,59
<i>Trichoderma</i> B23 endof.	22,44 bc	6,03	34,86	23,41 bc	58,15 bc	201,92
Vydate inyectado ¹	24,10 a	6,11	35,16	23,91 a	60,85 a	206,47
Nematicida al suelo ²	22,68 ab	5,98	35,01	23,70 ab	59,14 ab	207,56
Probabilidad	0,0237	0,4042	0,1187	0,0204	0,0236	0,5809
Contrastes	p > F					
Testigo – biológicos	0,0375	0,0721	0,6967	0,4457	0,0402	0,4940
Entre biológicos	0,9713	0,8409	0,5848	0,9977	0,7541	0,5462
Testigo – Vydate iny.	0,0006	0,0478	0,0249	0,0023	0,0007	0,2531
Testigo – Nemat. suelo	0,0376	0,2560	0,1396	0,0375	0,0318	0,1636
Nemat. suelo - Biológicos	0,6265	0,6535	0,1529	0,0668	0,5398	0,2976
Vydate iny. - Biológicos	0,0144	0,5085	0,0181	0,0024	0,0169	0,4669
Nemat. suelo - Vydate iny.	0,0931	0,3671	0,3972	0,2416	0,1259	0,7929

1/ Oxamil inyectado: se inyectó 5,0 ml de oxamil en el pseudotallo de plantas sin florecer cada 90 días. 2/ Nematicida al suelo: se alternó la aplicación de moléculas nematicidas sobre la superficie del suelo cada 120 días. Los datos de producción se colectaron entre 15-20 meses después de la primera aplicación de los tratamientos. Se evaluaron de 150 a 200 racimos por tratamiento.*: Se evaluó el fruto central externo de la segunda mano apical. Circunf. Madre: Se evaluó a 1 m de altura. *Trichoderma* B23 endof: aislamiento endófito. Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas según prueba de T ($p < 0,05$).

racimo ($p=0,0375$) y circunferencia de la madre ($p=0,0402$) que las plantas sin aplicación (testigo). Pero al comparar entre sí las plantas aplicadas con las cepas de hongos, no se encontraron diferencias en ninguna de las variables evaluadas ($p \geq 0,5838$).

Se detectó un aumento de 3,2 kg el peso del racimo ($p=0,0006$) y mayor número de manos ($p=0,0478$), calibración ($p=0,0249$), longitud ($p=0,0023$) del fruto y circunferencia de la madre ($p=0,0007$) en las plantas inyectadas con oxamil respecto a las plantas sin aplicación, pero no se detectaron diferencias entre las plantas aplicadas con estos tratamientos en la altura del hijo ($p=0,2531$).

Las plantas aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo aumentaron en 1,8 kg el peso del racimo ($p=0,0006$) y mostraron mayor longitud del fruto central de la segunda mano ($p=0,0023$) y circunferencia de la madre ($p=0,0007$) respecto a las plantas sin aplicación. No obstante, estos tratamientos mostraron similar número de manos ($p=0,2560$), calibración ($p=0,1396$) y altura del hijo ($p=0,1636$).

No se detectaron diferencias ($p \geq 0,0931$) en ninguna de las variables de producción evaluadas entre las plantas inyectadas con oxamil y las aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo. Sin embargo, las plantas inyectadas con oxamil mostraron 1,4 kg más en el peso del racimo respecto a las aplicadas con nematicida sobre la superficie.

Las plantas inyectadas con oxamil aumentaron en 1,7 kg el peso del racimo ($p=0,0144$) y mostraron mayor calibración ($p=0,0181$) y longitud ($p=0,0024$) del fruto central de la segunda mano y mayor circunferencia de la madre ($p=0,0169$) respecto a las plantas aplicadas con productos biológicos. Sin embargo, no se detectaron diferencias entre las plantas aplicadas con estos tratamientos en el número de manos ($p=0,5085$) y en la altura del hijo ($p=0,4669$).

No se detectaron diferencias ($p \geq 0,1529$) en ninguna de las variables evaluadas al comparar las plantas aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo y las aplicadas con productos biológicos.

DISCUSIÓN

El nematodo barrenador *R. similis*, predominó en este experimento. En el testigo sin aplicación se detectaron en promedio 27 346 nematodos totales por 100 g de raíces y en general *R. similis* representó del 80 al 84% de la población en los diferentes tratamientos. Por lo anterior, se discute principalmente sobre este género, que es uno de los más difíciles de combatir por ser endoparásito migratorio (Stirling 1991). Estos resultados coinciden con la mayoría de reportes en plantaciones infestadas de nuestro país (Araya 1995, Araya et ál. 2002, Araya y De Waele 2004, Araya 2004a, Araya 2004b, Araya y Moens 2005, Araya et ál. 1995) los cuales indican que *R. similis* es el más frecuente y abundante.

La presencia de este nematodo se favoreció porque el área donde se estableció el experimento tenía más de 10 años de sembrada con el cultivar Grande Naine, el cual es susceptible (Moens y Araya 2002, Moens et ál. 2003). Además, la plantación se manejó como monocultivo en forma perenne. Como la unidad de producción en banano se conforma de una planta madre, un hijo y un nieto, *R. similis* y los otros nematodos se diseminaron de las plantas madre infestadas a las nuevas generaciones.

Además, se detectó 5925 mm de precipitación durante el periodo experimental, la cual se distribuyó en todos los meses. Lo anterior provocó que el suelo tuviera una adecuada humedad y temperatura (que fluctuó 24 y 28°C), lo cual es ideal para el desarrollo y reproducción de éste nematodo. Asimismo, el tipo de suelo donde se estableció el experimento fue adecuado para el crecimiento y desarrollo de la planta y del nematodo. Araya y De Waele (2002) indican que al ser *R. similis* endoparásito y completar todo el ciclo de vida en la raíz, el tipo de suelo no afecta el número de *R. similis* en las plantas.

No se logró combatir las poblaciones de nematodos en las plantas aplicadas con la cepa UNA de *P. lilacinus*, con las cepas PB17 y B23 de *Trichoderma* spp. Esto concuerda con Vargas y Araya (2005, 2009) y Vargas et ál. (2009) quienes aplicaron *Trichoderma* spp., y *P. lilacinus* en

plantaciones de banano infestadas con *R. similis* y no lograron combatir a este nematodo.

Los resultados del presente estudio también coinciden con Quénéhervé (2009) quien indica que, en Martinica, aplicaciones de *P. lilacinus* en plantaciones muy infestadas con *R. similis*, *P. coffeae* y *M. arenaria*, no mostraron ningún efecto sobre las poblaciones de nematodos ni el rendimiento del plátano. Por su parte, Pérez (2004), Fernández et ál. 2005 y Fernández (2006) indican que en Cuba, *P. lilacinus* es efectivo contra *R. similis* y *Meloidogyne incognita* en banano y plátano, principalmente cuando se utiliza como agente preventivo o contra infecciones ligeras.

Además, coincide con Stirling (1991) quien indica que de los grupos de nematodos parásitos de plantas, los más difíciles de combatir con enemigos naturales son los endoparásitos migratorios como *R. similis* y *Pratylenchus* spp., porque completan el ciclo de vida dentro de las raíces y en ocasiones se producen varias generaciones sin estar expuestos a los antagonistas que se encuentran en el suelo.

Se reporta que *P. lilacinus* parasita huevos, juveniles y adultos de nematodos (Kunert et ál. 1987, Dackman et ál. 1989, Park et ál. 2004, Schenck 2004), mientras que *Trichoderma* spp., reduce las poblaciones de nematodos por parasitismo y por inducción de la resistencia sistémica adquirida (Sharon et ál. 2001, Harman y Shores 2007). El hecho que ninguno de estos biocontroladores redujera las poblaciones de *R. similis* se puede atribuir a que, luego de aplicados los microorganismos, éstos se deben adaptar al ambiente, competir con los microorganismos nativos para establecerse y luego hacer contacto con *R. similis* que se encuentra dentro de las raíces.

Por otra parte, se descarta que la aplicación generalizada de Furadan 10G en el área experimental, antes de iniciar el experimento, haya afectado el establecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp., y *P. lilacinus*. Lo anterior porque la vida media de este producto en el suelo es de 50 días y estos hongos se aplicaron mensualmente durante todo el periodo experimental.

Los resultados de esta investigación difieren de lo reportado por Luth et ál. (2006) y Cas-trillón et ál. (2004) quienes aplicaron *P. lilacinus* en plantaciones comerciales de banano y plátano, respectivamente, y redujeron significativamente el número de *R. similis*. También difiere de 2 experimentos realizados en condiciones de campo en Filipinas donde se aplicó nematicida biológico a base del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 en plantas de banano y se redujo el número de *R. similis* en 34% (Philip 2007a) y 43% (Philip 2007b). Sin embargo, en estos experimentos la media de *R. similis* en el testigo sin aplicación fue 2800 y 2873 individuos por 100 g de raíces, respectivamente, valores muy inferiores en comparación a los encontrados en este estudio. En dichos experimentos el nematodo que predominó fue *Helicotylenchus* spp., el cual representó el 85% (Philip 2007 a) y 94% (Philip 2007 b) de la población total de nematodos, respectivamente.

Varios autores reportan que cepas de *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *P. lilacinus*, *Bacillus* spp., y *Pseudomonas* spp., tienen potencial para el combate de *R. similis* en plantas de banano reproducidas *in vitro* y sembradas en macetas con suelo esterilizado (Zum Felde 2002, Meneses 2003, Cañizares 2003, Pocasangre et ál. 2004, Athman 2006, Núñez 2006, Zum Felde et ál. 2006, Chávez 2007, Mendoza y Sikora 2009, Torres 2009). Sin embargo, se han realizado pocos experimentos en condiciones de campo con plantas infectadas con *R. similis* para evaluar su verdadero potencial en estas condiciones.

En Costa Rica existen 43 031 ha cultivadas con banano para exportación (Sánchez et ál. 2012), de las cuales aproximadamente el 3% del área sembrada se somete a renovación de plantaciones cada año. Por lo tanto, el principal objetivo es encontrar alguna alternativa que logre combatir nematodos en plantaciones infestadas con varios años de sembradas.

La inyección de oxamil en el pseudotallo y la aplicación de nematicida sobre la superficie del suelo fueron los tratamientos más efectivos en reducir la población de fitonematodos. Respecto al testigo sin aplicación, en promedio, estos tratamientos

disminuyeron el número de nematodos totales en 43 y 41%, respectivamente. Estos resultados coinciden con los de Pattison et ál. (2001), Pattison y Cobon (2003), Araya (1999, 2004a), Vargas y Araya (2009) quienes redujeron las poblaciones de *R. similis* con aplicaciones de nematicida inyectado en el pseudotallo. Lo anterior sugiere que el oxamil depositado en el pseudotallo se trasladó por el xilema y floema para realizar el combate de nematodos en las raíces. Esto confirma lo indicado por Tyree et ál. (1979), Figueroa y Shillingford (1984), Mugnier (1988) que este nematicida tiene movimiento apoplástico y simplástico.

La diferencia del presente estudio con el de Pattison et ál. (2001), Pattison y Cobon (2003), Araya (2004a) y Fallas (2009) radica en que además de inyectar el oxamil en el pseudotallo, se depositó 0,6 g i.a. del mismo nematicida en la vaina foliar de la cuarta hoja en hijos con una altura entre 0,6 y 1,2 m. Esto se realizó con el objetivo de reducir el inóculo de nematodos en la unidad de producción. Lo anterior porque Robalino et ál. (1983) indican que se redujeron las poblaciones de nematodos en las raíces al depositar oxamil en la axila de hijos de sucesión.

Además, Pattison y Cobon (2003) indican que existe poca traslocación del oxamil inyectado en el pseudotallo a las raíces de los hijos en formación que aún no se han aplicado. En el caso de Pattison et ál. (2001) y Pattison y Cobon (2003) se inyectaron los pseudotallos de plantas cosechadas, mientras que Araya (2004a) y Fallas (2009) inyectaron hijos con altura superior a 1,0 m. Por tanto, en el presente estudio, las plantas donde se colectaron las muestras de raíces para análisis de nematodos estaban aplicadas con nematicida. Por otra parte, un inconveniente de colocar el oxamil en la vaina foliar es que cuando llueve, ésta se llenaría de agua y el nematicida se podría trasladar a sitios no deseados.

El que las plantas inyectadas con oxamil mostraran menor peso de raíz total y funcional, coincide con estudios realizados por Araya (2004a) quien evaluó el mismo sitio de muestreo y volumen de suelo excavado. Esto se podría atribuir a que las raíces tenían mayor sanidad y fueron más eficientes para absorber agua y

nutrientes. Por tanto, la planta emitió menos raíces y esto representó menor gasto de energía, por lo que éste tratamiento mostró el mayor peso del racimo. Sin embargo, para dilucidar esta interrogante, sería necesario evaluar la distribución horizontal y vertical de las raíces en el perfil del suelo en plantas inyectadas con oxamil, aplicadas con nematicida sobre la superficie del suelo y plantas sin aplicación de nematicida.

Otro aspecto de gran relevancia es que, a pesar de que las aplicaciones de nematicida inyectado se realizaron cada 90 días, el gasto de ingrediente activo por año en cada unidad de producción (UP) fue inferior a la aplicación de nematicida sobre la superficie del suelo cada 120 días. Generalmente, en plantaciones que realizan 3 aplicaciones por año de nematicida químico sobre la superficie del suelo, se aplican de 8,0 a 9,0 g i.a. por año en cada UP, que dependen de la rotación de moléculas que se realice. Cuando se inyecta nematicida en el pseudotallo la dosis no es única en cada planta, el volumen de inyección por UP varió de 2,5 a 10,0 ml de oxamil. En promedio se aplicó 6,4 ml de producto comercial por UP, que equivale a 1,54 g i.a. por UP por aplicación y a 6,16 g i.a., por UP por año. Esto significa una disminución de 1,8 a 2,8 g i.a. por año respecto a las aplicaciones sobre la superficie del suelo, lo que representa una reducción de 3,0 a 4,8 kg de i.a. ha⁻¹.año⁻¹.

Respecto a las variables de producción, a pesar de que las plantas aplicadas con las cepas de *Trichoderma* spp., y *P. lilacinus* mostraron un número similar de nematodos que las plantas sin aplicación (testigo), éstas aumentaron entre 1,4 y 1,6 kg el peso del racimo y presentaron mayor circunferencia del pseudotallo que las plantas sin aplicación. Esto concuerda con Molina y Figueroa (1988) y Serrano et ál. (2006) quienes indican que plantas con mayor circunferencia producen mayor peso de racimo.

El que se hayan obtenido diferencias significativas en el peso del racimo entre el testigo y las plantas tratadas con *P. lilacinus* coincide con estudios realizados en Filipinas por Luth et ál. (2006) y Philip (2007a,b). En

esos estudios se aplicó nematicida biológico a base del hongo *Paecilomyces lilacinus* cepa 251 en plantaciones comerciales de banano con varios años de establecidas y se aumentó la producción. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, en los experimentos realizados por Philip (2007a,b) el nematodo predominante fue *Helicotylenchus* spp. En el presente estudio, debido a que no se logró combatir nematodos, es probable que *P. lilacinus* favoreciera la disponibilidad del fósforo en el suelo (Hernández et ál. 2011) y esto contribuyera a un mayor peso del racimo.

Según Pinochet y Stover (1980), Mitchell (1985) y Aguilar (2002) los hongos *Fusarium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Cylindrocladium* spp., *Acremonium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Penicillium* spp., *Macrophomina* spp., y *Pythium* spp., parasitan las raíces de banano. Por lo tanto, es probable que las cepas de *Trichoderma* spp., funcionaran como antagonistas de los hongos patógenos. Aguilar (2002) realizó pruebas de antagonismo en placas Petri con cepas de hongos aisladas de raíces de banano y determinó que *Trichoderma* spp., evitó el crecimiento de aislamientos de *Fusarium* spp., *Penicillium* y *Cylindrocladium* sp.

Por otra parte, las plantas inyectadas con oxamil mostraron un peso del racimo, número de manos, calibración y longitud del fruto central de la segunda mano, circunferencia de la madre y altura del hijo similar a las plantas aplicadas con nematicida sobre la superficie del suelo. El peso del racimo en las plantas inyectadas con oxamil aumentó en 3,2 kg respecto al testigo sin aplicación. Estos resultados coinciden con experimentos realizados por Araya (1999, 2004a), quien aplicó 2,4 g i.a., y 1,2 g i.a. de oxamil 24SL en el pseudotallo y obtuvo aumentos de 3,4 kg y 2,6 kg en el peso de racimo, respectivamente.

Respecto al testigo sin aplicación, las plantas aplicadas con la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo aumentaron el peso del racimo en 1,8 kg. Este aumento es inferior al logrado con la inyección de oxamil, sin embargo, no difieren estadísticamente. Las aplicaciones de nematicidas químicos no fumigantes sobre

la superficie del suelo ha sido la estrategia más aceptada por muchos años (Cubillos et ál. 1980, Murray 1980, Jaramillo y Quirós 1984, Figueroa 1987, Molina y Figueroa 1988, Ramírez y Panigua 1988, Araya y Cheves 1997a y b, Vargas et ál. 2006), porque reduce las poblaciones de nematodos y aumenta la productividad. Por lo tanto, es muy importante contar con otra alternativa que logre resultados similares.

A pesar de que en el presente estudio se hicieron aplicaciones consecutivas de oxamil inyectado en el pseudotallo, cuando esta estrategia se incluya en el programa de combate de nematodos se sugiere alternar con aplicaciones sobre la superficie del suelo o alternar la inyección en el pseudotallo de diferentes ingredientes activos. Lo anterior porque existe el riesgo de resistencia a nematodos u otras plagas al inyectar continuamente el mismo ingrediente activo. En plantaciones de banano en Australia se redujo las poblaciones de *R. similis* con la inyección en el pseudotallo de Nematicur 240 CS y Nematicur 400 (Pattison 2014). Por tanto, si se registran dichos productos en nuestro país y se obtienen resultados similares, se podría alternar la inyección de oxamil y una formulación líquida de Nematicur.

Por otra parte, si se incorpora la inyección de oxamil en el pseudotallo dentro del programa comercial de rotación de nematicidas, se aumentaría el intervalo entre aplicaciones de una misma molécula aplicada sobre la superficie del suelo, lo que disminuiría el riesgo su biodegradación. Por tanto, la implementación de la inyección de nematicida en las plantaciones comerciales permitiría aprovechar las ventajas económicas, ambientales y laborales que esta alternativa presenta.

Algunas ventajas que presenta la inyección de nematicida son las siguientes: A) Se disminuye el riesgo de contaminación ambiental y el contacto de los trabajadores con el nematicida al depositar el nematicida dentro del pseudotallo. B) No se ha detectado residuos de oxamil en los frutos de plantas inyectadas en el pseudotallo. C) No habría riesgo de pérdida de eficacia por el lavado del producto en caso de presentarse lluvia después de inyectado el nematicida como sí ocurre con aplicaciones al suelo.

D) No requiere que el suelo se encuentre a capacidad de campo para realizar la inyección, como sí lo requieren las aplicaciones sobre la superficie del suelo, donde tanto déficit como excesos de precipitación afectan la eficacia de éstas aplicaciones. E) La presencia de residuos de cosecha o de arvenses en la rodaja no afectan la eficacia de la inyección de nematicida como sí ocurre en las aplicaciones sobre la superficie del suelo. F) Se disminuye la cantidad de ingrediente activo aplicado respecto a aplicaciones sobre la superficie del suelo. Además, aplicaciones recientes de enmiendas cálcicas u orgánicas no afectan la inyección de nematicida.

Por otra parte, algunas desventajas de esta metodología de aplicación son las siguientes. A) En plantaciones infectadas con Moko (*Ralstonia solanacearum*) o algún otro patógeno que infecte el pseudotallo y se disemine por herramientas, es necesario elaborar un programa de desinfección para prevenir que el equipo de inyección lo disemine. B) En épocas de abundante precipitación se dificulta inyectar el nematicida porque el pseudotallo acumula mayor cantidad de líquidos y la herida provocada por la inyección facilita la salida de los mismos. Asimismo, se dificulta depositar el nematicida en la axila de la hoja porque se encuentra con agua. C) Se debe capacitar al personal que realiza la labor. D) Algunas plantas pueden presentar hojas inferiores con síntomas de fitotoxicidad luego de inyectadas con oxamil y también se han observado plantas muertas cuando la inyección se hace en el centro de la base del pseudotallo. A pesar de que los aspectos A y D no se observaron durante la ejecución del experimento, se conoce de otros casos donde han ocurrido.

Al considerar el aumento en el peso del racimo de 1,5; 1,8 y 3,2 kg obtenido en las plantas aplicadas con productos biológicos, la rotación de nematicidas sobre la superficie del suelo y la inyección de oxamil en el pseudotallo, respectivamente, se obtendría un aumento de aproximadamente 140, 172 y 308 cajas de 19 kg por hectárea lo que generaría un ingreso de \$1.074, \$1.324 y \$2.368, respectivamente. El costo proyectado por hectárea por año de los productos y la aplicación de cada tratamiento fue de aproximadamente

\$840 para los productos biológicos, \$415 para los nematicidas aplicados sobre la superficie del suelo y \$470 para la inyección de oxamil. Por lo tanto, el aumento en producción cubriría los costos de estos tratamientos y se obtendría una ganancia de \$234 con la aplicación de productos biológicos, \$909 con los nematicidas aplicados sobre la superficie del suelo y \$1.898 con inyección de oxamil.

Debido a que los hongos evaluados se aplicaron mensualmente y que se invirtió en los productos y en la mano de obra, estos tratamientos fueron los de mayor costo. Uno de los rubros de mayor inversión fue el de mano de obra, debido a que el rendimiento por hectárea se reduce en aproximadamente 60% respecto a las aplicaciones de nematicida químico sobre la superficie del suelo. Además, previamente se debe preparar la suspensión de hongos en agua y trasladar a la plantación aproximadamente 200 L de agua para aplicar una hectárea. Por tanto, al considerar la escasez de mano de obra y la disminución en la rentabilidad del cultivo debido al tipo de cambio del dólar, aunque en otros experimentos se demuestre que logra reducir las poblaciones de nematodos, se debe valorar el costo-beneficio.

En el presente experimento no se logró reducir la población de nematodos luego de realizar una aplicación mensual durante 20 meses con la cepa UNA de *P. lilacinus* ni con las cepas PB17 y B23 de *Trichoderma* spp. Esto confirma lo indicado por Stirling (1991) que el combate biológico es una parte del combate pero se deben integrar otras alternativas. Por el momento, los nematicidas químicos juegan un papel importante en el combate de nematodos en plantaciones bananeras, por tanto, futuros experimentos deberían usar la combinación de estas alternativas. Debido a los cambios climáticos ocurridos en los últimos años, en ocasiones el suelo se encuentra más seco o más húmedo de lo normal lo que dificultaría el establecimiento del microorganismo, por lo tanto se sugiere evaluar formas y equipos de aplicación. También se sugiere evaluar si las prácticas de manejo que se realizan en el cultivo como fertilización, fungicidas, herbicidas, nematicidas u otras dificultan el establecimiento y reproducción de

los microorganismos. Lo anterior, para analizar las que modificaciones se podrían realizar para favorecer el establecimiento y la reproducción del microorganismo o grupo de microorganismos aplicados y que logren combatir a los nematodos.

LITERATURA CITADA

- AFFOKPON A., COYNE D., HTAY C., DOSSOU R., LAWOUIN L., COOSEMANS J. 2011. Biocontrol potential of native *Trichoderma* isolates against root-knot nematodes in West African vegetable production systems. *Soil Biology & Biochemistry* 43:600-608.
- AGUILAR A. 2002. Identificación de hongos asociados al deterioro radicular del banano (*Musa* AAA) y su relación con el daño causado por el nematodo barrenador (*Radopholus similis*, Cobb) en fincas de la vertiente del Caribe de Costa Rica. Tesis de licenciatura, ITCR. San Carlos, Costa Rica. 57 p.
- ARAYA M. 1995. Efecto depresivo de ataques de *Radopholus similis* en banano (*Musa* AAA). *CORBANA* 20(43):3-6.
- ARAYA M. 1999. Efecto del Furadan 4F y Vydate 24%SL aplicados en el pseudotallo de la planta de banano (*Musa* AAA) sobre el rendimiento y las poblaciones de nematodos. *CORBANA* 24(51):1-10.
- ARAYA M. 2002. Metodología utilizada en el laboratorio de Nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nematodos de las raíces de banano (*Musa* AAA) y plátano (*Musa* AAB). *CORBANA* 28(55):97-110.
- ARAYA M. 2004a. Inyección de Vydate y Nematicur en el pseudotallo de los hijos de sucesión de banano (*Musa* AAA) para el control de nematodos. *CORBANA* 30(57):59-75.
- ARAYA M. 2004b. Situación actual del manejo de nematodos en banano (*Musa* AAA) y plátano (*Musa* AAB) en el trópico americano, pp. 79-102. In: Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas en los trópicos (2003, Guayaquil, EC). Guayaquil, EC.
- ARAYA M., CENTENO M., CARILLO W. 1995. Densidades poblacionales y frecuencia de los nematodos parásitos de banano (*Musa* AAA) en nueve cantones de Costa Rica. *CORBANA* 20(43):6-11.
- ARAYA M., CHEVES A. 1997a. Efecto de cuatro nematicidas sobre el control de nematodos en banano (*Musa* AAA). *CORBANA* 22(47):35-48.
- ARAYA M., CHEVES A. 1997b. Comparación de tres diferentes formulaciones comerciales de terbufos en el combate de nematodos, la recuperación del sistema radical y el rendimiento del banano (*Musa* AAA). *CORBANA* 22(48):9-22.
- ARAYA M., DE WAELE D. 2002. Effect of soil type on the spatial distribution of *Radopholus similis* on banana roots. *International Journal of Nematology* 12(2):137-144.
- ARAYA M., DE WAELE D. 2004. Spatial distribution of nematodes in three banana (*Musa* AAA) root parts considering two root thickness in three farm management systems. *Acta Oecologica* 26(2):137-148.
- ARAYA M., DE WAELE D., VARGAS R. 2002. Occurrence and population densities of nematode parasites of banana (*Musa* AAA) roots in Costa Rica. *Nematropica* 32:21-33.
- ARAYA M., MOENS T. 2005. Parasitic nematodes on *Musa* AAA (Cavendish subgroup cvs 'Grande Naine', 'Valery' and 'Williams', pp. 201-223. In: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). *Banana root system: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium (2003, San José, Costa Rica)*. Memoria. INIBAP, Montpellier, FR.
- ATHMAN S.Y. 2006. In vivo screening of endophytic *Fusarium oxysporum* isolates for activity against *Radopholus similis* in tissue culture banana plants. Chapter 3, PhD, thesis, University of Pretoria. South Africa. pp. 77-113.
- CAÑIZARES C. 2003. Estudio sobre poblaciones de hongos endofíticos provenientes de suelos supresivos al nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en plantaciones comerciales de plátano en la zona de Talamanca, Costa Rica. Tesis de maestría, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 75 p.
- CASTRILLÓN C., BOTERO M.J., CARDONA J.S., URREA C.F., ZULUAGA L.E., MORALES H., ALZATE G. 2004. Efecto de *Paecilomyces lilacinus* en el manejo integrado de nematodos parásitos en plátano 'Dominico Hartón' (*Musa* AAB), pp. 268-274. In: XVI Reunión Internacional ACORBAT, (2004, Oaxaca, MX). Memoria. Oaxaca, MX.
- CHÁVEZ N. 2007. Utilización de bacterias y hongos endofíticos para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorn. Tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 85 p.
- CUBILLOS G., BARRIAGA R., PÉREZ L. 1980. Control químico de nematodos en banano Cavendish cv. Grande Naine en la región de Urabá, Colombia. *Fitopatología Colombiana* 9(2):58-70.
- DACKMAN C., CHET I., NORDBRING B. 1989. Fungal parasitism of the cyst nematode *Heterodera schachtii*: infection and enzymatic activity. *FEMS Microbiology Ecology* 62:201-208.
- EAPEN S.J., BEENA B., RAMANA K.V. 2005. Tropical soil microflora of spice-based cropping systems as potential antagonists of root-knot nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology* 88:218-225.
- FALLAS G. 2009. Una opción promisoriosa para combate de nematodos en banano. In XXXI Reunión anual de la Organización de Nematólogos de los trópicos americanos. (Maceió, BR, 2009). Consultado 16 de febrero del 2011. Disponible en <http://abis.upc.es/onta/sites/default/files/S26%20una%20opcion%20>

- promisoria%20para%20combate%20de%20nematodos%20en%20banano.pdf
- FERNÁNDEZ E., MENA J., GONZÁLEZ J., MÁRQUEZ M.E. 2005. Biological control of nematodes in banana, pp. 193-200. In: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.). Banana root system: towards a better understanding for its management. (2003, San José, CR). Memorias. Montpellier, FR.
- FERNÁNDEZ G.E. 2006. Consideraciones sobre los agentes de control biológico de nematodos, pp. 21-22. In: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. (2006, La Habana, CU). Memorias. La Habana, CU.
- FIGUEROA A. 1987. Efecto del combate de nematodos en una finca bananera, pp. 215-217. In: VII Reunión ACORBAT (1985, San José, Costa Rica). Memorias.
- FIGUEROA A., SHILLINGFORD C. 1984. Efecto de las dosis y del punto de aplicación del oxamyl en su translocación y control de los nematodos del banano. *ASBANA* 8(21):3-7.
- GOWEN S.R., QUÉNÉHERVÉ P., FOGAIN R. 2005. Nematodes parasites of bananas and plantains, pp. 611-643. In: M. Luc, R.A. Sikora and J. Bridge, (eds.). Plant Parasitic Nematodes in Tropical and Subtropical Agriculture. 2nd ed. Wallingford: CAB International.
- HARMAN G.E., SHORESH M. 2007. The mechanisms and applications of symbiotic opportunistic plant symbionts, pp.131-155. In: M. Vurro and J. Gressel (eds.). Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management.
- HERNÁNDEZ T., CARRIÓN G., HEREDIA G. 2011. Solubilización in vitro de fosfatos por una cepa de *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Agrociencia* 45:881-892.
- JARAMILLO R., QUIRÓS J. 1984. Evaluación de cinco nematocidas en el control de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en la zona bananera de Urabá, Colombia. *AUGURA* 10(2):73-88.
- JARAMILLO R., VÁSQUEZ A. 1990. Manual de procedimientos para presentación y realización de estudios detallados de suelos y clasificación de tierras para el cultivo de banano. San José, CR. Asociación Bananera Nacional. 29 p.
- JATALA P., KALTENBACH R., BOCANGEL M. 1979. Biological control of *Meloidogyne incognita acrita* and *Globodera pallida* on potatoes. *Journal of Nematology* 11:303.
- KIEWNICK S., NEUMANN S., SIKORA R., FREY J. 2011. Effect of *Meloidogyne incognita* inoculum density and application rate of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 on biocontrol efficacy and colonization of eggs masses analyzed by real-time quantitative PCR. *Phytopathology* 101:105-112.
- KIEWNICK S., SIKORA R. 2006a. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological Control* 38:179-187.
- KIEWNICK S., SIKORA R. 2006b. Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 for the biological control of the northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla* Chitwood. *Nematology* 8(1):69-78.
- KUNERT J., ZEMEK J., AUGUSTIN J., KUNIÁK L. 1987. Proteolytic activity of ovicidal soil fungi. *Biología (Bratislava)* 42:695-705.
- LUTH P., MENDOZA A., PHILLIP G. 2006. The biological nematicide Bioact and its efficacy in banana production, p. 68. In: XXXVIII ONTA Annual Meeting. Memorias. San José, Costa Rica.
- MARÍN D.H., SUTTON T.B., BARKER K. 1998a. Dissemination of bananas in Latin America and the Caribbean and its relationship to the occurrence of *Radopholus similis*. *Plant disease* 82(9):964-974.
- MARÍN D.H., SUTTON T.B., BARKER K.R., KAPLAN D.T., OPPERMAN C.H. 1998b. Burrowing-nematode resistance of black Sigatoka resistant banana hybrids. *Nematropica* 28(2):241-247.
- McKENRY M. 1981. The nature, mode of action, and biological activity of nematicides, pp. 59-73. In: D. Pimentel (ed.). Handbook of Pest Management in Agriculture. Florida, US, CRC Pres.
- McKENRY M. 1994. Nematicides, pp. 87-95. In: Encyclopedia of Agricultural Science. Vol. 3. New York, US, Academic Press.
- MENDOZA A., SIKORA R. 2009. Biological control of *Radopholus similis* in banana by combined application of the mutualistic endophyte *Fusarium oxysporum* strain 162, the egg pathogen *Paecilomyces lilacinus* and the antagonistic bacteria *Bacillus firmus*. *BioControl* 54:263-272.
- MENESES A. 2003. Utilización de hongos endofíticos provenientes de banano orgánico para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 67 p.
- MENJIVAR R. 2005. Estudio del potencial antagonista de hongos endofíticos para el biocontrol del nematodo barrenador *Radopholus similis* en plantaciones de banano en Costa Rica. Tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 69 p.
- MITCHELL D.J. 1985. Report of fungal isolations from banana roots and subsequent pathogenicity tests. Department of Plant Pathology, University of Florida. Gainesville, Florida. Sin publicar. 10 p.
- MOENS T., ARAYA M. 2002. Efecto de *Radopholus similis*, *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus coffeae* y *Helicotylenchus multicinctus* en la producción de *Musa* AAA cv. Grande Naine. *CORBANA* 28(55):1-16.
- MOENS T., ARAYA M., SWENNEN R., DE WAELE D. 2004. Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effect on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Biol. Fertil. Soils* 39:407-414.
- MOENS T., ARAYA M., SWENNEN R., DE WAELE D., SANDOVAL J. 2003. Growing medium, inoculum

- density, exposure time, and pot volume: factors affecting the resistance screening for *Radopholus similis* in banana (*Musa* spp.). *Nematropica* 25:67-70.
- MOLINA M., FIGUEROA A. 1988. Efectos de los nematicidas en el control de los nematodos y la producción del banano. *ASBANA* 12(29):19-25.
- MUGNIER J. 1988. Transport of the nematicide oxamyl in roots transformed with *Agrobacterium rhizogenes*. *Annals of Applied Nematology* 2:29-33.
- MURRAY D.S. 1980. Uso de nematicidas en escala comercial en plantaciones bananeras del Atlántico. *ASBANA* 4(13):8-16.
- NÚÑEZ T. 2006. Estudio de poblaciones de bacterias endofíticas de la rizósfera del banano para el biocontrol del nematodo barrenador *Radopholus similis*. Tesis de maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 62 p.
- PATTISON A.B. 2014. Pseudostem injection of NemaCur 400 and NemaCur 240 CS for the management of burrowing nematodes on bananas. Final report project. Queensland Department of Primary Industries. South Johnstone, AU. pp. 1-11.
- PATTISON A.B., COBON J.A. 2003. Integrated systems for managing nematodes on bananas. Final report project FR99011. Horticulture Australia Limited. pp. 28-45.
- PATTISON A.B., VERSTEEG C.A., McQUINN D.J., MATTHEWS N.J., FARNSWORTH W., PIPER R. 2001. Management of burrowing nematodes in bananas using pseudostem injection of Vydate® L. 13th Australasian Plant Pathology Conference, Cairns. p. 366.
- PARK J.O., HARGREAVES J.R., McCONVILLE E.J., STIRLING G.R., GHISALBERTI E.L. 2004. Production of leucinostatins and nematicidal activity of Australian isolates of *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson. *Letters in Applied Microbiology* 38:271-276.
- PÉREZ C.N. 2004. Manejo ecológico de plagas. La Habana, CU, CEDAR. 296 p.
- PÉREZ D.J.M., PÉREZ N.C., ACOSTA O., GANDARILLA H., PÉREZ A., RODRÍGUEZ R.C., BASTERRECHEA M., FERNÁNDEZ E., ESTEFANOVA M., ROBAINA N., OLIVARES N., SANTANA T., GONZÁLEZ M., LLUVIDES J., DEVESA L.J., GUTIÉRREZ E., ANDREU C. 2006. *Trichoderma*, alternativa para el control biológico de nematodos en el marco de una agricultura sostenible, p. 25. In: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. Memorias. La Habana, Cuba.
- PHILIP G.M. 2005. Final report on the third nursery trial of BioAct®WG on banana plantlets in Calinan, The Philippines. Davao, PH. 4 p.
- PHILIP G.M. 2007a. The Compostela Bioact®WG demonstration farm. Summary of results and conclusions. Revised demonstration farm report N°. 1. Biotech resources for Agriculture & Industry. Mindanao, PH. 14 p.
- PHILIP G.M. 2007b. The Magatos Bioact®WG demonstration farm. Summary of results and conclusions. Revised demonstration farm report N°. 2. Biotech resources for Agriculture & Industry. Mindanao, PH. 13 p.
- PINOCHET J., STOVER R.H. 1980. Fungi associated with nematode lesions on plantains in Honduras. *Nematropica* 10(2):112-115.
- POCASANGRE L.E., MENJIVAR R.D., ZUM FELDE A., RIVEROS A.S., ROSALES F.E., SIKORA R.A. 2006. Hongos endofíticos como agentes biológicos de control de fitonematodos en banano, pp. 249-254. In: XVII Reunión ACORBAT. (2006, Santa Catarina, BR). Abstracts. Santa Catarina, BR.
- POCASANGRE L.E., ZUM FELDE A., MENESES A., CAÑIZARES C., RIVEROS A.S., ROSALES F.E., SIKORA R. 2004. Manejo alternativo de fitonematodos en banano y plátano, pp. 106-112. In: XVI Reunión Internacional de ACORBAT. Resúmenes. Oaxaca, MX.
- QUÉNÉHERVÉ P. 2009. Integrated management of banana nematodes, pp. 3-45. In: Integrated management of fruit crops and forest nematodes. A. Ciancio and K.G. Mukerji. (eds.).
- RAMÍREZ A., PANIAGUA R. 1988. Evaluación de tres nematicidas en el control de nematodos y en la producción de banano (*Musa* AAA, var. Cavendish Gigante) en Costa Rica, p. 5. In: XXX Reunión Anual de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos (ONTA) (1988, San José, Costa Rica).
- ROBALINO G., ROMÁN J., CORDERO M. 1983. Efecto del nematicida-insecticida oxamil aplicado al suelo y en las axilas de las hojas del bananero. *Nematropica* 13(2):135-143.
- ROMÁN J. 1978. Nematodos del bananero y el platanero. In *Fitonematología tropical*. Master typesetting of Puerto Rico, Inc. Río Piedras, PR. 256 p.
- ROMERO D., TRABANINO R. 2006. Efectos de la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne* spp., en pepino, pp. 1-2. In: Taller Latinoamericano Biocontrol de Fitopatógenos con *Trichoderma* y otros Antagonistas. (2006, La Habana, CU). Memorias. La Habana, CU.
- SAHEBANI N., HADAVI N. 2008. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology & Chemistry* 40:2016-2020.
- SALAS E., OBREGÓN M., VARGAS R., ARAYA M. 2008. Aislamiento y reproducción de hongos antagonistas a plagas del banano y plátano, mediante fermentación en sustrato sólido. *CORBANA* 34(61):67-94.
- SÁNCHEZ O., PIZARRO K., RESTREPO M.E. 2012. Estadísticas de exportación bananera 2011. San José, Costa Rica. Corporación Bananera Nacional. 60 p.
- SARAH J.L. 2000. Nematode pathogens, burrowing nematode, pp. 295-303. In: D.R. Jones (ed.). *Diseases of banana, abacá and Enset*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.

- SCHENCK S. 2004. Control of nematodes in tomato with *Paecilomyces lilacinus* strain 251. Vegetable Report 5:1-5.
- SERRANO E., SANDOVAL J., POCASANGRE L., ROSALES F., DELGADO E. 2006. Importancia de los indicadores físico-químicos en la calidad del suelo para la producción sustentable de banano en Costa Rica, pp. 207-221. In: XVII Reunión Internacional ACORBAT. (2006, Santa Catarina, BR). Memoria. Santa Catarina, BR.
- SHARON E., BAR-EYAL I., CHET I., HERRERA A., KLEIFELD O., SPIEGEL Y. 2001. Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. Phytopathology 91:687-693.
- SIDDIQUI I.A., SHAUKAT S.S. 2004. *Trichoderma harzianum* enhances the production of nematicidal compounds in vitro and improves biocontrol of *Meloidogyne javanica* by *Pseudomonas fluorescens* in tomato. Letters in Applied Microbiology 38:169-175.
- SIKORA R.A., POCASANGRE L.E. 2004. New technologies to increase root health and crop production. Infomusa 13(2):25-29.
- SPIEGEL Y., CHET I. 1998. Evaluation of *Trichoderma* spp., as a biocontrol agent against soilborne fungi and plant-parasitic nematodes in Israel. Integrated Pest Management Reviews 3:169-175.
- STIRLING G.R. 1991. Biological control of plant parasitic nematodes. Progress, Problems, and prospects. CAB International. 282 p.
- SUAREZ B., REY M., CASTILLO P., MONTEE., LLOBELL A. 2004. Isolation and characterization of PRA1, a trypsin-like protease from the biocontrol agent *Trichoderma harzianum* CECT 2413 displaying nematicidal activity. Applied Microbiology Biotechnology 65:46-55.
- TAYLOR L.Q., LOEGERING W.Q. 1953. Nematodes associated with root lesions in abaca. Turrialba 3(1-2):8-13.
- TORRES P.E. 2009. Efectividad de los agentes de combate biológico: *Trichoderma* spp., *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson, *Arthobotrys oligospora* Dreschler y los hongos formadores de micorriza arbuscular, en el combate de *Radopholus similis* (Cobb) Sher. Tesis de maestría, UNA. Heredia, Costa Rica. 125 p.
- TYREE M.T., PETERSON C.A., EDGINGTON L.V. 1979. A simple theory regarding ambimobility of xenobiotics with special reference to the nematicide oxamyl. Plant Physiology 63:367-374.
- VAN GUNDY S., MCKENRY M.V. 1977. Action of nematicides, pp. 263-283. In: J.G. Horsfall and E.G. Cowling (eds.). Plant Disease An Advanced Treatise. Vol. 1. New York, US, Academic Press.
- VARGAS R., ARAYA M. 2005. Efecto de *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Radopholus similis* en plantas de banano (*Musa AAA*) establecidas en invernadero y cultivadas en áreas comerciales, p. 64. In: Primer Congreso Científico-Técnico Bananero Nacional. (2005, Guápiles, Costa Rica). Resúmenes. Guápiles, Costa Rica.
- VARGAS R., ARAYA M. 2009. Efecto de la inyección de Vydate y la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* spp., en el control de nematodos y la producción de banano (*Musa AAA*) cv. Grande Naine, pp. 56-58. In: Informe anual 2008, Dirección de Investigaciones CORBANA (Corporación Bananera Nacional, Costa Rica). San José, Costa Rica.
- VARGAS R., CALVO C., COLLADO M., ARAYA M. 2006. Evaluación de estrategias de combate químico de nematodos en plantaciones de banano (*Musa AAA*) renovadas con material in vitro. CORBANA 32(59):51-65.
- VARGAS R., SALAS E., OBREGÓN M., TORRES P., ARAYA M. 2009. Efecto de la aplicación individual o en mezcla de hongos con potencial nematófago en el combate de *Radopholus similis* en condiciones in vitro, invernadero y campo, p. 55-56. In: Tercer Congreso Científico-Técnico Bananero Nacional. (2009, Guápiles, CR). Resúmenes. Guápiles, Costa Rica.
- VARGAS R., WANG A., OBREGÓN M., ARAYA M. 2010. Evaluación de cepas de *Trichoderma* spp., y *Paecilomyces lilacinus* para el combate de nematodos en plantas de banano (*Musa AAA* cv. Grande Naine) en etapa de vivero. CORBANA 35-36(62):35-47.
- VIGLIERCHIO D.R., MAGGENTI A.R., SCHMITT R.V., PAXMAN G.A. 1977. Nematicidal injection: targeted control of plant-parasitic nematodes of trees and vines. Journal of Nematology 9(4):307-311.
- ZUM FELDE A. 2002. Screening of the endophytic fungi from banana (*Musa*) for antagonistic effects towards the burrowing nematode *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. M.Sc. Thesis. Bonn, DE, University of Bonn. 53 p.
- ZUM FELDE A., POCASANGRE L.E., SIKORA R.A. 2006. Detection of in-plant suppressiveness to *Radopholus similis* in suckers from banana plants protected with mutualistic endophytes, p. 71. In: XXXVIII Annual Meeting ONTA. Abstracts. San José, Costa Rica.



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr